

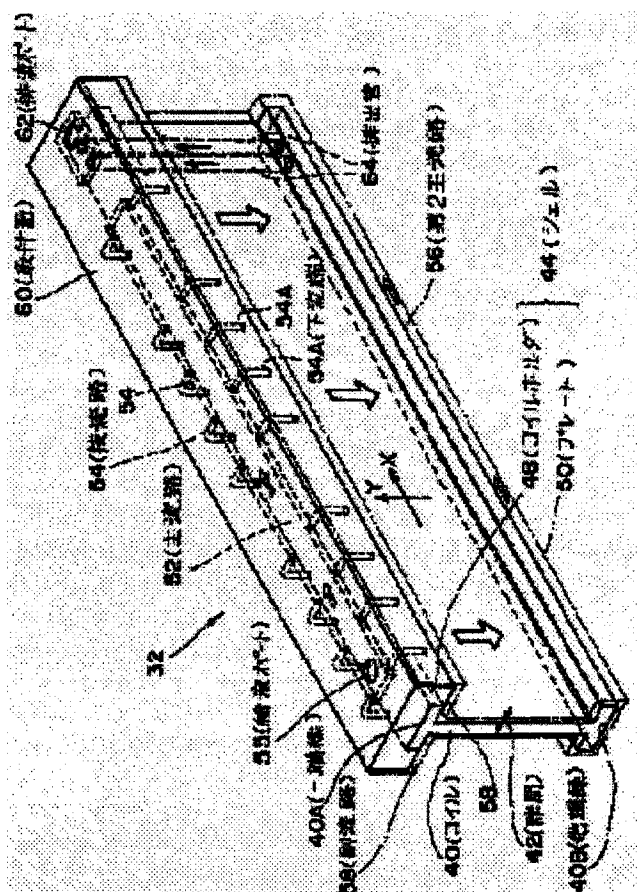
# COIL UNIT FOR LINEAR MOTOR

**Patent number:** JP2001275337  
**Publication date:** 2001-10-05  
**Inventor:** KOBARIKAWA YASUSHI; MORI HIDEHIKO; KATO TATSURO; SUGIMINE MASANOBU; SHINOHIRA DAISUKE  
**Applicant:** SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES  
**Classification:**  
**- international:** **H02K9/197; H02K41/02; H02K41/03; H02K9/19; H02K41/02; H02K41/03;** (IPC1-7): H02K41/03; H02K9/197; H02K41/02  
**- european:**  
**Application number:** JP20000086574 20000327  
**Priority number(s):** JP20000086574 20000327

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001275337

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the influence of a heat of a coil unit on a circumference by uniformly cooling the unit coil, in the longitudinal direction. **SOLUTION:** The coil unit 32 for a linear motor comprises a flat plate-like coil 40 long in an advancing direction of the motor 30, and a shell 44 for containing the coil 40 via a prescribed gap 42 therein and enabling cooling of the coil via a refrigerant. The unit 32 further comprises a main channel 52, formed by extending in the longitudinal direction X of the coil 44 in the shell 44, to enable an introduction of the refrigerant supplied from an exterior into itself, and a plurality of branch channels 54 formed at a prescribed interval in the direction X at the channel 52, to enable a discharge of the refrigerant introduced into the channel 52 in the lateral direction Y of the coil 44. In this case, the refrigerant, discharged from the channel 54 via the channel 52, flows to the gap 42 between the shell 44 and the coil 40, to cool the coil 40 along the direction Y.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト\* (参考)

H 0 2 K 41/03

H 0 2 K 41/03

A 5 H 6 0 9

9/197

9/197

5 H 6 4 1

41/02

41/02

Z

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2000-86574(P2000-86574)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(22) 出願日

平成12年3月27日 (2000.3.27)

(72) 発明者 小梁川 靖

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重  
機械工業株式会社平塚事業所内

(72) 発明者 森 英彦

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重  
機械工業株式会社平塚事業所内

(74) 代理人 100089015

弁理士 牧野 剛博 (外2名)

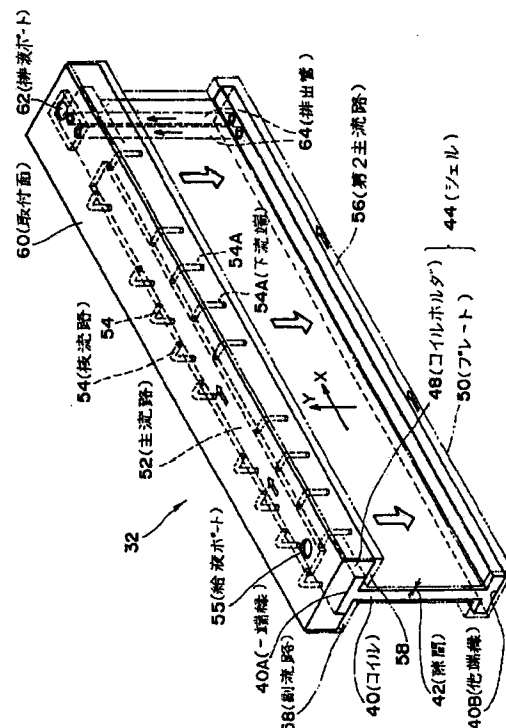
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータ用のコイルユニット

(57) 【要約】

【課題】 コイルユニットのコイルを長手方向に均一に冷却し、該コイルユニットの熱が周囲に与える影響を低減する。

【解決手段】 リニアモータ30の進行方向に長い平板状のコイル40と、このコイル40を所定の隙間42を空けて内部に收容して冷媒を通してコイルを冷却可能なシェル44と、を備えたコイルユニット32において、シェル44の内部にコイル44の長手方向Xに延びて形成され、外部から供給される冷媒を自身内に導入可能な主流路52と、この主流路52に長手方向X所定間隔で形成され、主流路52内に導入された冷媒をコイル44の幅方向Yに導出可能な複数の支流路54と、を備えるようにする。主流路52を経て支流路54から導出される冷媒は、シェル44とコイル40との隙間42に流れ込み、コイル40が幅方向Yに沿って冷却される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リニアモータの磁石に対向配置されるコイルと、

該コイルを所定の隙間を空けて内部に収容すると共に、該隙間に冷媒を通して該コイルを冷却可能なシェルと、を備えたリニアモータに用いられるコイルユニットにおいて、

前記シェルの内部に前記コイルの長手方向に延びて形成され、外部から供給される前記冷媒を自身内に導入可能な主流路と、

前記主流路に長手方向所定間隔で形成され、該主流路内に導入された前記冷媒を前記コイルの幅方向に導出可能な複数の枝流路と、を備え、

前記主流路を経て該枝流路から導出される前記冷媒を、前記シェルとコイルとの前記隙間に流すことで、該コイルを冷却可能にしたことを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項2】 請求項1において、前記コイルの幅方向一端縁近傍に長手方向の前記主流路を配置すると共に、

前記コイルの幅方向他端縁近傍に、該コイル表面を幅方向に流れてきた前記冷媒を受ける長手方向の第2主流路を形成したことを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記枝流路の下流端に、該枝流路から導出される前記冷媒を一旦貯留可能な長手方向の副流路を形成し、該副流路を介して該冷媒を前記コイル表面に導出可能にしたことを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項4】 請求項1、2又は3において、前記コイルの幅方向一端縁近傍に長手方向の前記主流路を配置すると共に、該主流路を介して前記コイルと反対側の前記シェルの外周面に、前記コイルユニットを相手部材に連結可能な取付面を形成し、該取付面と前記コイルとの間に介在する前記主流路によって、前記コイルの熱が前記取付面に伝達することを抑制したことを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、前記複数の枝流路が形成される前記長手方向所定間隔が、該主流路内を流れる前記冷媒の上流側から下流側に向けて狭くなるように設定されていることを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、該主流路内を流れる前記冷媒の上流側から下流側に向けて、前記コイルと前記シェルとの前記隙間又は前記枝流路の断面積の少なくとも一方が、大きくなるように設定されていることを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

【請求項7】 請求項2において、

一端が前記シェルの前記主流路側の外周面に開口すると共に、他端側が該シェル内の前記第2主流路と連通する幅方向の排出管を設置することで、該第2主流路に案内される前記冷媒が該排出管を経て排出されるようにし、且つ前記排出管の外周面上を前記冷媒が前記主流路側から前記第2主流路側に流れるようにして、該排出管の熱が前記シェルに伝達することを抑制したことを特徴とするリニアモータ用のコイルユニット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、リニアモータにおける磁石に対向配置されるコイルと、このコイルを内部に収容して自身との隙間に冷媒を通して該コイルを冷却するシェルと、を備えたリニアモータ用のコイルユニットに関するものであり、特に、冷媒によるコイルの冷却技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、例えば半導体製造用の露光装置や高精度加工機等においては、対象物（例えば露光されるウェハや被加工物）を高精度で且つ迅速に位置決めすることが要求されている。この際に利用される精密位置決め装置としては、回転型モータの回転をボールねじ等によって直線運動に変換するものや、直線運動型のモータ（いわゆるリニアモータ）等が広く利用されている。

【0003】 この中でもリニアモータは、構造が簡潔で部品点数が少なく済み、更にその直線運動を直接利用できるというメリットを有しており、対象物を迅速に位置決めすることができるものである。又、駆動時の摩擦抵抗が少ないために、動作精度を高めることができるという特徴も有している。以上の理由からリニアモータは、精密な位置決めが要求されるあらゆる分野の直線駆動装置として主流となりつつあり、例えば、液晶表示装置の製造工程等でも広く利用されている。

【0004】 このリニアモータは、一般的に、磁石を備えている磁極ユニットと、コイルを備えているコイルユニットとから構成される。磁極ユニットとコイルユニットのいずれか一方は所定の基台に連結されて固定子として機能し、他方は移動テーブル等に連結されて可動子として機能する。この磁極ユニットとコイルユニットとは互いに接触しないように一定の隙間が空けられており、その隙間を維持した状態で相対的に直線運動する。

【0005】 ところで、上記のコイルユニットに設けられるコイルは、電流が供給されると発熱する。この発熱はコイルユニット全体に伝達し、更に、このコイルユニットと結合している基台や移動テーブル等にまで伝達される。この結果、以下に示すような2つの大きな問題が発生する。

【0006】 (1) コイルの熱によってコイルユニット自身や、このコイルユニットに連結される相手側機械が熱膨張して位置決め精度に誤差を生じさせる要因にな

10

20

30

40

50

る。具体的には、コイルユニットに連結される相手側機械が、例えば長さ100mmの低熱膨張材（熱膨張係数 $1 \times 10^{-6}$ ）であったとすれば、1℃の温度上昇によって100nmの熱変形が生じる。従って、ナノメートルオーダーの位置決め精度が要求される場合には、この熱膨張が原因となって要求を十分に満たすことができない。

【0007】（2）リニアモータの近傍には、このリニアモータの運動を計測するレーザ干渉計等が設置される。コイルユニットによって周囲の雰囲気が加熱されて「揺らぎ」が発生すると、レーザ光の光路に影響を与えて計測誤差が生じる。

【0008】ここで、（1）の問題を解決するものとして、コイルユニットにおける相手側機械の取付面と、コイルとの間に冷媒を流して、コイルからの熱の伝達を防止する技術が知られている。しかし、この技術においてはコイルユニットの周囲の雰囲気の温度上昇を抑制することができず、結局（2）の問題点が解決されていなかった。

【0009】そこで、（1）、（2）の双方の問題をまとめて解決するものとして、図7、図8に示されるようなコイルユニットが提案されている。このコイルユニット10は、リニアモータ1に用いられるものであり、磁石ユニット2の磁石3に対向配置されている。

【0010】具体的にこのコイルユニット10は、磁石3に対向配置される進行方向Xに長い平板状のコイル12と、このコイル12を内部に収容すると共に、コイル12と自身との隙間13に冷媒を通してコイル12を冷却可能なシェル14と、を備える。一方、磁石ユニット2は、断面コ字状のベース4と、このベース24内の対向する内壁4Aに取り付けられる磁石3、3と、を備えている。

【0011】シェル14における幅方向Yの一方の端縁14Aの外側には、相手側機械に対する取付面16が形成されており、この取付面16の長手方向Xの一端側には、シェル14の隙間13に冷媒を供給する供給孔18が形成され、他端側にはこの冷媒を排出する排出孔20が形成されている。この取付面16を介してコイルユニット10が「固定側の」相手側機械に連結された場合、コイルユニット10が固定子となって磁石ユニット2が可動子となる。反対に、コイルユニット10が「移動側の」相手機械に連結された場合、コイルユニット10が可動子となって磁石ユニット2が固定子となる。

【0012】供給孔18から供給された冷媒は、コイル12とシェル14との隙間13に拡散していき、コイル12との間で熱を授受する。従って、電流によって発熱するコイル12は冷却され、冷媒は加熱される。加熱された冷媒は排出孔20から排出されるので、コイルユニット10の内部に熱が蓄積されず、周囲の雰囲気への輻射が低減されると共に、取付面16へのコイル12の熱の伝達が抑制され、相手機械側の熱膨張も低減される。

従って、このリニアモータ1はコイル12の発熱による外部への影響が少なくなり、より高精度な位置決めが可能となっている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなコイルユニット10においても、必ずしも十分な冷却効果が得られているとは言えなかった。具体的にシェル14内の冷媒の拡散状況を図9に模式的に示すと、冷媒はA、B、C・・・と徐々に広がりながら平行流となり、最後にF、G、Hと収束しながら排出孔20から排出される。冷媒は下流側に移動するに従って加熱されていくので、このA、B、C・・・E、G、Hの順とほぼ一致するようにして温度が上昇していくことになる。

【0014】この結果、特に下流側（E、G、H）近辺における冷媒の温度は上流側と比較して大幅に上昇しており、冷却効率が低下すると共にこの高温状態の冷媒を介してシェル14に熱が伝達して外部に輻射されるという問題があった。更に、下流側の高温状態の冷媒を介して取付面16に熱が伝達し、相手機械側の熱膨張を誘発する原因にもなっていた。

【0015】しかもこの特性は冷媒の圧力（供給圧）と隙間の大きさが比較的良好に設計されていても不可避免的に発生するものである。又、特に設計が良好でない時は、冷媒がほとんど流れない部分が現実には生じている可能性が高く、不具合が一層顕著になることもあった。

【0016】これを解決するためには、冷媒の流量を増大して冷却効率を高めることが必要となり、シェル14内の冷媒の圧力が高くなってシェル14が外側に湾曲したり、冷媒用の循環ポンプの容量を大きくしなければならないという問題があった。

【0017】本発明は、上記に示したような冷媒によるコイルの不均一な冷却に関連する問題点等に鑑みてなされたものであり、冷媒の流量を増大することなくコイル全体を均一に冷却し、コイルの温度上昇による外部への影響を極力抑制したリニアモータ用コイルユニットを得ることを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、リニアモータの磁石に対向配置されるコイルと、このコイルを所定の隙間を空けて内部に収容すると共に、この隙間に冷媒を通してコイルを冷却可能なシェルと、を備えたリニアモータに用いられるコイルユニットにおいて、このシェルの内部にコイルの長手方向に伸びて形成され、外部から供給される冷媒を自身内に導入可能な主流路と、この主流路に長手方向所定間隔で形成され、この主流路内に導入された冷媒をコイルの幅方向に導出可能な複数の枝流路と、を備え、主流路を経て枝流路から導出された冷媒を、シェルとコイルとの隙間に流すことで、このコイルを冷却可能にしたことにより、上記目的を達成するものである。

10

20

30

40

50

【0019】このコイルユニットは、コイルの長手方向に冷媒を導入・貯留すると共に、この貯留した冷媒を幅方向に向けて分岐させるようにした。具体的には、まず主流路によって冷媒がコイルの長手方向に導入され、主流路の中の圧力がコイル長手方向において略均一に高まった状態で複数の枝流路から冷媒が導出される構造になっている。従って、コイルを長手方向の各位置で幅方向に沿って冷却できるようになるので、主にコイル表面全体に亘って長手方向に冷媒が流れていた従来の構造と異なり、コイルがより均一に冷却されて、局所的な温度上昇を防止することができる。

【0020】又、冷媒の流量を増大させた場合でも、主流路の周囲の耐圧性だけを高めておけばよく、枝流路が緩衝材となってシェルの長手方向に亘ってほぼ均一な圧力分布を得ることができる。従って、従来のように上流側が局所的に高圧となることが防止され、シェルの肉厚を薄く構成することも可能になり、結果としてより軽量化できる。

【0021】なお、上記発明においては、コイルの幅方向一端縁近傍に、長手方向の前記主流路を配置すると共に、このコイルの幅方向他端縁近傍に、このコイル表面を幅方向に流れてきた冷媒を受ける長手方向の第2主流路を形成することが好ましい。

【0022】このようにすると、コイルとシェルとの隙間を（ある程度の高い圧力で）流れてきた冷媒は、自身の圧力を開放するために積極的に第2主流路に流れ込む。この結果、主流路側から第2主流路側に向けて幅方向に圧力勾配が形成されるので、冷媒は幅方向に均一に流れることになり、コイルが全体に亘って更に平均的に冷却される。これは特に、幅方向寸法がある程度大きいコイルを冷却する場合に適していると言える。

【0023】更に上記発明においては、枝流路の下流端に、この枝流路を介して導出された冷媒を一旦貯留可能な長手方向の副流路を形成し、この副流路を介して冷媒をコイル表面に放出可能にすることが好ましい。

【0024】このようにすると、主流路から圧力が均一化された状態で各枝流路流れ込んだ冷媒が副流路に流れ込み、この副流路内で冷媒の圧力分布がもう一度長手方向に拡散される。従って、たとえ各枝流路間で圧力偏差がわずかに残存していたとしても、コイルの長手方向全体にわたって一層平均化された圧力で、副流路全体から冷媒を幅方向に流すことができる。つまり、この副流路がいわゆるバッファ的な役割を果たし、各枝流路から独立して導出された冷媒の更なる均一化が図られる。

【0025】又更に、上記発明においては、コイルの幅方向一端縁近傍に長手方向の上記主流路を配置すると共に、この主流路を介してコイルと反対側のシェルの外周面に、コイルユニットを相手部材に連結可能な取付面を形成し、この取付面とコイルとの間に介在する主流路によって、コイルの熱が取付面に伝達することを抑制する

ことが好ましい。

【0026】このコイルユニットは、自身が固定子又は可動子のいずれになるとしても、（可動部材を含めた）相手側部材に連結されなければならない。上記の構成によれば、最も冷めた状態（コイルを冷却する前の）の冷媒が通過する主流路が、コイルと取付面との間に介在しているので、コイルの熱が取付面に伝達することを極めて効果的に抑制することができる。更に、コイルから取付面への熱伝達の方向と、主流路及び枝流路を経てコイル表面に向かう冷媒の流れ方向が対向するので、コイルの熱が取付面側に移動し難くなる。結果として、コイルの長手方向全体にわたる均一な冷却効果と、取付面への熱伝達の防止等を極めて合理的に両立することができる。

【0027】又、上記発明においては、複数の枝流路が形成される長手方向所定間隔が、主流路内を流れる冷媒の上流側から下流側に向けて狭くなるように設定することが好ましい。これは下記の思想に基づくものである。

【0028】上記に示したいずれの発明においても、冷たい状態の冷媒がまず主流路によってコイルの長手方向に積極的に導かれるので、冷媒の供給孔から離れた部分であっても、冷たい状態の冷媒を用いてコイルを冷却することができる。しかし、供給孔から主流路に供給された冷媒は、各枝流路への流入抵抗にもよるが、供給孔から離れるに連れて圧力が低下する傾向があるので、（冷たい状態ではあるが）流量が低下する可能性がある。このような場合に上記の構成によれば、主流路内を流れる冷媒の上流から下流側に向けて（即ち冷媒の供給場所から離れるに連れて）枝流路が形成される間隔が狭くなるので、下流側での冷媒の流量の低下を防止することができ、更に均一な冷却効果を得ることができる。

【0029】なお、上記の間隔の設定は複数の枝流路を1つの集合として、各集合毎に段階的に狭くなるように設定してもよい。又、設計上の理由によって長手方向全体にわたって均等に枝流路が配置できない場合があるが、このような場合においても、主流路に形成される複数の枝流路を全体的に捉えて、上流側から下流側に向けて狭く設定するような概念も本発明は含んでいる。更に、全体としては下流側に向けて狭く設定しながらも、主流路の長手方向下流端近傍は反力によって圧力が高まる傾向があるため、この下流端近傍でのみ間隔を若干広く設定するような概念も本発明は含んでいる。

【0030】又、上記の同様な思想として、主流路内を流れる冷媒の上流側から下流側に向けて、コイルとシェルとの隙間又は枝流路の断面積の少なくとも一方が大きくなるように設定することが好ましい。このようにしても、下流側の圧力損失による流量の低下を、隙間の増大や断面積の増加によって補うことができるので、より均一な冷却効果を得ることができる。

【0031】上記の発明中、コイルの幅方向他端縁近傍

に長手方向の第2主流路を形成する場合には、更に、一端がシェルの主流路側の外周面に開口すると共に、他端側がシェル内のこの第2主流路と連通する幅方向の排出管を設置して、この第2主流路に案内される冷媒が排出管を経て排出されるようにし、且つ、排出管の外周面を、冷媒が主流路側から第2主流路側に向かって流れるようにして、排出管の熱がシェルに伝達することを抑制することが好ましい。

【0032】一般的に、このような冷媒による冷却構造では、下流になればなるほど冷媒の温度が上昇するので、  
10 排出口近傍が最も高温になる。上記のいずれの発明においても、コイルは均一に冷却されることになるが、この冷却後の冷媒が回収される部分では結局その熱が集合するので周囲が高温になり易い。この場合であっても上記の構成によれば、排出管の開口付近が、主流路によって導かれた（冷たい状態の）冷媒によって直接覆われると共に、排出管の周囲を幅方向に流れる冷媒によって該排出管自体が冷されるため、排出管の熱がシェルやその周囲の雰囲気<sub>（注）</sub>に伝達されることが防止され、高温状態の冷媒を排出する場合でも外部に与える影響を極めて小さく抑えることができる。即ち、幅方向に配置された排出管によって高温の冷媒を排出する場合であっても、その排出方向とは対向するように排出管の周囲に冷媒が流れるので、この周囲の冷媒によって外部への熱影響が小さく抑えられるものである。

【0033】又、主流路側から冷媒を供給して主流路側から排出できる構造であるので、相手側機械への組み付けや冷媒用の配管設計が容易になる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下図面を参照しながら本発明の  
15 実施の形態の例について詳細に説明する。

【0035】図1、図2には、第1実施形態に係るリニアモータ30に用いられるコイルユニット32が示されている。

【0036】コイルユニット32は、磁石ユニット34の磁石36、36に対向配置される進行方向X（図2参照）に長い平板状のコイル40と、このコイル40を所定の隙間42を空けて内部に収容すると共に、この隙間42に冷媒を通してコイル40を冷却可能なシェル44と、を備える。なお、この磁石ユニット34は、断面コ  
20 字状のベース38を備えており、このベース38の内壁38Aに上記磁石36、36が取り付けられている。

【0037】平板状のコイル40は、進行方向Xに垂直な断面がI字状（鞍型）になっており、より具体的には、図3に示されるコイル片46が複数組み合わせられて構成される。このコイル片46は、銅線をリング状に巻いたものであるが、全体として（外観上は）直線部46Aと、この直線部46Aの両端に屈曲形成される屈曲部46Bと、を備えるように整形される。従って図4に示されるように、複数のコイル片46を直線部46Aが  
25

重なり合うように交互に組み合わせ、進行方向Xの順番にU層、V層、W層・・・とすれば、断面がI字状の上記コイル40が構成される。このままの状態では互いに連結されておらず分解してしまうので、図2に示されるように、このコイル40は、幅方向Y一端縁40A側に配置される長手方向のコイルホルダ48と共に樹脂Gによって一体モールドされている。

【0038】シェル44は、コイル40を内部に収容する部材であり、上記のコイルホルダ48と、このコイルホルダ48に連結されるステンレス製のプレート50と、を備えて構成される。プレート50は、コイル40の断面I字状に沿うようにして屈曲されており、内部にコイル40を収容した状態で該コイル40の直線部46Aに所定の隙間42が形成されるようになっている。

【0039】次に、図1及び図5を参照して、このコイルユニット32におけるコイル40の冷却構造について詳細に説明する。

【0040】コイル40の幅方向一端縁40A近傍には、主流路52が形成されている。この主流路52は、  
30 シェル44の内部（詳細にはコイルホルダ48の内部）にその長手方向（進行方向と同じ）Xに延びており、このシェル44の外周面に開口する給液ポート55から供給される冷媒を自身の内部に導入・貯留することができる。この主流路52には、該主流路52内に導入された冷媒を幅方向Yに導出可能な支流路54が、長手方向Xにおいて所定間隔で形成されている。その結果、主流路52を経て支流路54から導出される冷媒は、シェル44とコイル40との隙間42に幅方向Yに流れることとなり、コイル40が幅方向Yに沿って冷却される。なお、主流路52及び支流路54は、コイル40を樹脂Gによって一体モールドする以前のコイルホルダ48に溝状に形成しておき、樹脂Gが充填された時点で構成されるようにすればよい。

【0041】コイル40の幅方向Y他端縁40B近傍には、コイル40の表面（隙間42）を幅方向Yに流れてきた冷媒を受けることが可能な長手方向Xの第2主流路56が形成されている。具体的には、コイル40の直線部46Aに形成される上記隙間42よりも、他端縁40B側の屈曲部46Bの周囲の空間が拡張されるようにプレート50が屈曲形成されており、このプレート50と屈曲部46Bとの空間によって第2主流路56が構成されている。

【0042】図1に示されるように、複数の支流路54の下流端54Aには、この支流路54から導出される冷媒を貯留可能な長手方向Xの副流路58が形成されている。特に本実施形態では、複数の支流路54の下流端54Aがこの副流路58によって連続するようになっている。これも上記の第2主流路56と同様に、コイル40の一端縁40A側の屈曲部46Bとプレート50とによる空間が拡張されるようにして、この副流路58が構成  
35

されている。この副流路58は、枝流路54から導出される冷媒を再度貯留し、その後に隙間42に導出するようになっている。

【0043】図1に示されるように、主流路52を介してコイル40（の一端縁40A）と反対側のシェル44（コイルホルダ48）の外周面には、コイルユニット32を相手部材に連結可能な取付面60が形成されている。従って、この取付面60とコイル40との間に介する上記主流路52によって、コイル40の熱が取付面60に伝達されることが抑制される。

【0044】図5に示されるように、取付面60の長手方向Xの一端側には上記給液ポート55が開口しており、他端側には排液ポート62が開口している。この排液ポート62近傍のシェル44の内部には幅方向Yに排出管64が2本配置され、一端が上記排液ポート62と連続して取付面60側に開口すると共に、他端がシェル44内の第2主流路56と連通している。その結果、第2主流路56に案内される冷媒が排出管64を経て排液ポート62から排出されるようになっている。

【0045】又、この排出管64はシェル44の内部に配置されていることから、主流路52、枝流路54及び副流路58を経て導出される冷媒がこの排出管64の外周面を第2主流路56側に向かって流れることになる。従って、この排出管64は（常時流れている）冷媒によって覆われているので、この排出管64内の温まった冷媒の熱がシェル44外に伝達されることが抑制される。

【0046】次に、この第1実施形態に係るコイルユニット32の作用について詳細に説明する。

【0047】給液ポート55から供給された冷媒は、まず主流路52に沿って長手方向Xに導入・貯留される。連続的に供給される冷媒によって主流路52内の圧力が高まると、枝流路54のそれぞれから冷媒が導出される。従って、主流路52内の圧力が均一であれば各枝流路54からほぼ同一の流量の冷媒が導出される。この枝流路54を経て下流端50Aから導出された冷媒は一旦副流路58に貯留されてコイル40の長手方向Xに一気に広がることになる。各枝流路54から副流路58に導入される冷媒量は、主流路52の機能により既に長手方向においてかなり均一化されているため、副流路58内の冷媒の圧力はその長手方向Xにおいて一層均一化される。そして、この副流路内の冷媒がコイル40とシェル44との隙間42に流れ込んで、幅方向Yに流れる。この隙間42を経てコイル40を冷却した（コイル40から熱を得た）冷媒は第2主流路56に流れ込み、更に、この第2主流路56内の圧力が高まった時点で排出管64を上昇して、排液ポート62から排出される。

【0048】このコイルユニット32によれば、コイル40の長手方向Xに冷媒をまず導入した後に、この冷媒を幅方向Yに向けて分岐させるようにしているので、コイル40を長手方向Xに均一に冷却できるようになる。

結果として、従来の構造のように長手方向Xの一端側（下流側）が局所的に高温状態になることが防止されている。

【0049】又、冷却能力を上げるために冷媒の流量を増大させる場合でも、主流路52や枝流路54はコイルホルダ48によって形成されていることから、その冷媒の圧力に十分耐えることができる。一方、この主流路52内の冷媒は枝流路54を経て「圧力が分散された状態で」副流路58に流れ込むので、シェル44におけるプレート50の肉厚は必要以上に厚くする必要はない。つまり、この枝流路54は冷媒の流れを分散させる役目と、圧力を分散させる役目との双方を兼ねており、高効率な（均一な）コイル40の冷却と、シェル44の薄肉化の双方が両立できるようになる。結果として、図1に示されるように、対向する磁石36、36の距離Sを短くすることができるので、少ない電力で大きな駆動力を得ることができる。又、コイルユニット32を可動子とする場合には、その質量を小さくできるため、駆動の応答性や制御性を向上させることができる。

【0050】更に、このコイルユニット32には第2主流路56が形成されているので、この第2主流路56において冷媒の圧力が均一に解放される。結果として、高圧側の主流路52から低圧側の第2主流路56に向かって長手方向各位置で均一な圧力勾配が形成され、冷媒が積極的且つ均等に幅方向Yに流れるようになる。従って、コイル40を長手方向Xに更に均一な状態で冷却することができ、特に平板の面積（長手方向×及び／又は幅方向Yの寸法）が大きなコイルに本構造は適している。

【0051】又、副流路58の存在によって、枝流路54から導出された冷媒の圧力が長手方向Xに拡散され、更に、副流路58の「全体から」隙間42に冷媒が流れ込む構造なので、枝流路54の配置間隔等が仮に若干不均当であっても、コイル40が不均一に冷却されることを防止できる。つまり、副流路58がいわゆるバッファ的な役割を果たして、コイル40の一層の均一な冷却を達成している。

【0052】又、取付面60とコイル40との間に、コイル40を冷却する「前」の冷媒が案内される主流路52が介在しているので、この低温状態の冷媒によってコイル40の熱が遮断され、取付面60に連結される相手側機械への熱伝達を抑制することができる。又、コイル40を冷却「後」の冷媒が排出される排出管64の外周面は、副流路58から案内される冷媒によって覆われているので、排出管64の熱がシェル44外に伝達されることが抑制されて周囲の雰囲気温度の上昇を低減することができる。又、取付面60側に給液ポート55と排液ポート62の双方が配置されているため、リニアモータ30の相手機械側の組付けや冷媒用の配管設計が容易になる。

【0053】次に、図6を参照して第2実施形態に係るコイルユニット132について説明する。なお、下記に具体的に説明しない部分・部材については第1実施形態に係るコイルユニット32とほぼ同様であるので、同一部分等についてはこのコイルユニット32と下2桁を同一符号を付することによって構成、作用等の重複説明は省略する。

【0054】このコイルユニット132は、複数の支流路154が形成される長手方向Xの所定間隔Pが、主流路152内を流れる冷媒の上流側から下流側に向けて

(即ち、給液ポート155から排液ポート162側に向けて)徐々に狭くなるように設定されている。

【0055】このコイルユニット132によれば、主流路152内を長手方向Xに案内された冷媒が、給液ポート155から離れるに連れて圧力が低下した場合であっても、その圧力の低下分だけ補うように支流路154の配置間隔が狭く設定されているので、コイル140の表面を流れる冷媒の流量を、長手方向Xに亘って均一にすることができる。従って、長手方向Xの上流側だけに多量の冷媒が流れ、不均一な冷却が生じることが防止され

ている。

【0056】なお、上記の配置間隔Pは、支流路54の断面積及び主流路152の断面積との関係を考慮して適宜設定することが好ましい。

【0057】又、特には図示しないが、第2実施形態のように支流路154の配置間隔Pを徐々に狭くなるように設定する以外にも、この支流路154の断面積を、冷媒の上流側から下流側に向けて大きくなるように設定してもよく、又、コイル140とシェル144との隙間142を徐々に大きくするように設定してもよい。このようにすれば、給液ポート155から下流側に向かって冷媒の圧力が低下した場合でも、その圧力低下による流量低減分を断面積の増加又は隙間の間隔の増加によって補うことができるので、長手方向Xに均一な流量を得ることができる。

【0058】更に、主流路の下流側の流量を補うために主流路の断面積を上流側から下流側に向けて大きくなるように設定してもよい。

【0059】なお、以上に示した本発明の実施の形態については、全て第2主流路、副流路及び戻り管を備えるものを示したが、本発明はそれを備える場合に限定されるものではなく、要は、主流路と支流路を備えてコイルを全体的に均一に冷却するような構造であればよい。又、支流路の数や長さ形状に特に制限はなく、この支流路が長手方向にスリット状態で形成されるようにしてもよい。

【0060】又、上記副流路については支流路から導出

される冷媒を長手方向に拡散できるものであればよく、各支流路の下流端に、長手方向Xに所定長さとなる副流路を各々独立して形成する場合や、所定の数の支流路の下流端を連なるようにして所定長さの副流路を設置するようにしてもよい。

【0061】更に、冷媒をコイルの幅方向Yに流すという概念は、コイルを全体的に見た場合を考慮に入れたものである。即ち、従来はコイルの長手方向に積極的に冷媒を流していたのに対して、本発明は幅方向に積極的に冷媒を流そうとするものであり、結果として冷媒の幅方向の流れに多少のズレや淀みがあったり、あるいは若干の長手方向への流れが生じたとしても本発明が想定している範囲内である。

【0062】

【発明の効果】本発明に係るコイルユニットによれば、コイルを長手方向及び幅方向に均一に冷却することができる。又、局所的な温度上昇による外部への影響を低減することができる。又、シェルの薄肉化が達成されるので、リニアモータの駆動効率や制御性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るコイルユニットが適用されるリニアモータを示す断面図

【図2】同リニアモータを部分的に示す斜視図

【図3】同コイルユニットに用いられるコイル片を示す斜視図

【図4】同コイル片を複数組み合わせ構成したコイルを示す斜視図

【図5】同コイルユニットの冷却構造を示す斜視図

【図6】本発明の第2実施形態に係るコイルユニットを示す斜視図

【図7】従来のリニアモータを示す断面図

【図8】図7のVIII-VIII断面図

【図9】同コイルユニットにおける冷媒の拡散状況を示す模式図

【符号の説明】

30…リニアモータ

32、132…コイルユニット

34…磁石ユニット

36…磁石

42、142…隙間

44、144…シェル

52、152…主流路

54、154…支流路

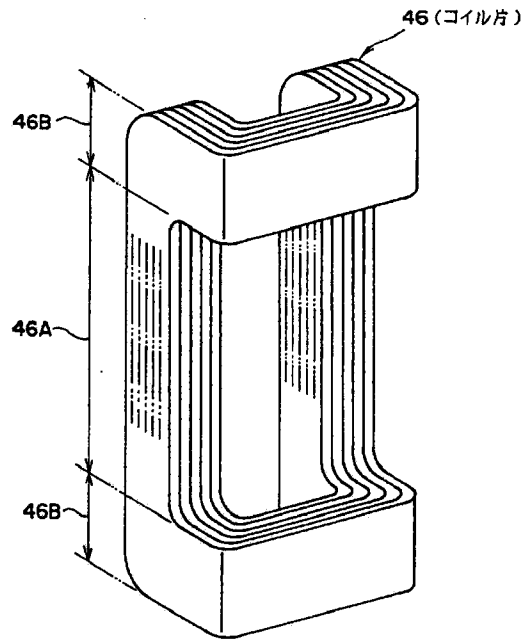
56、156…第2主流路

60、160…取付面

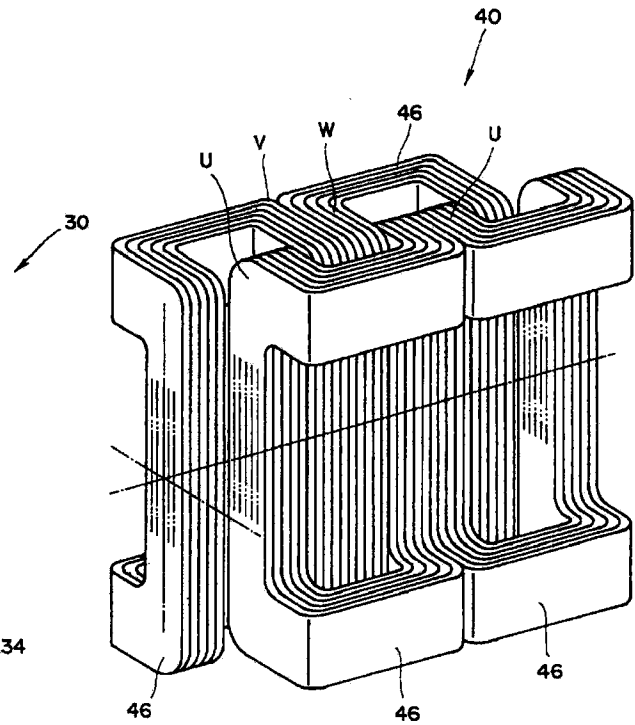
64、164…排出管



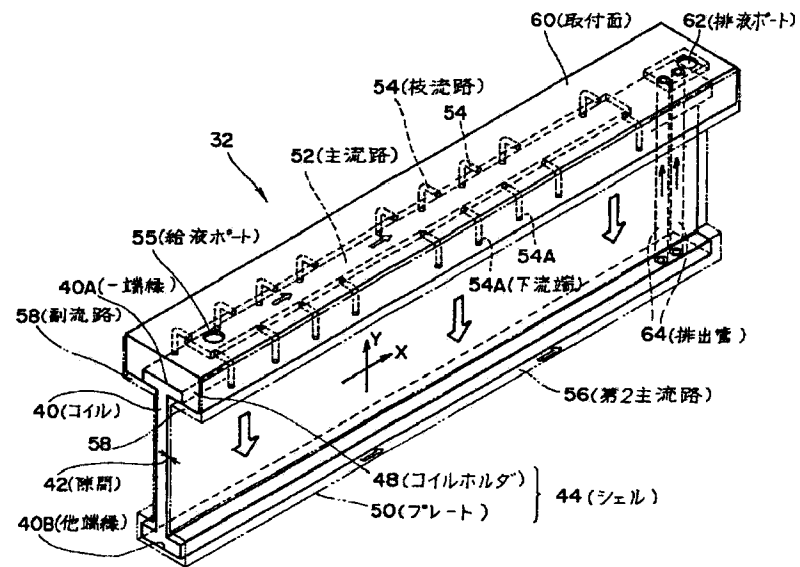
【図 3】



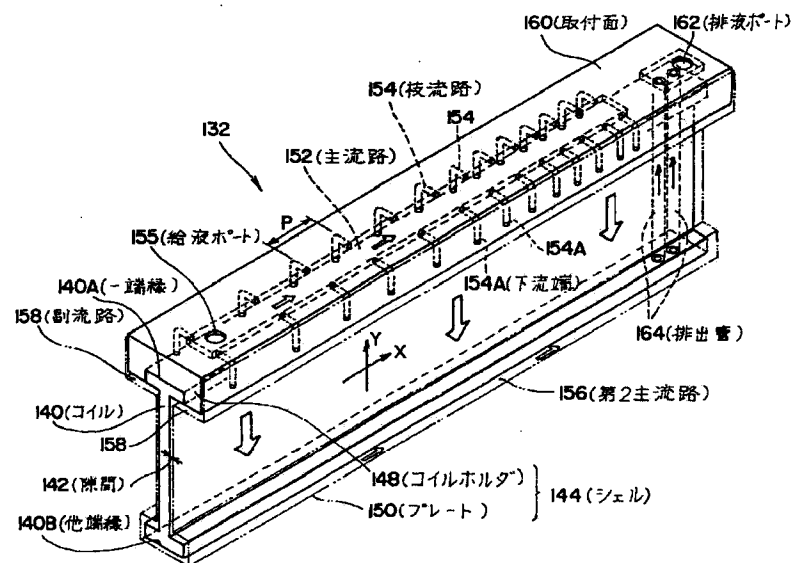
【図 4】



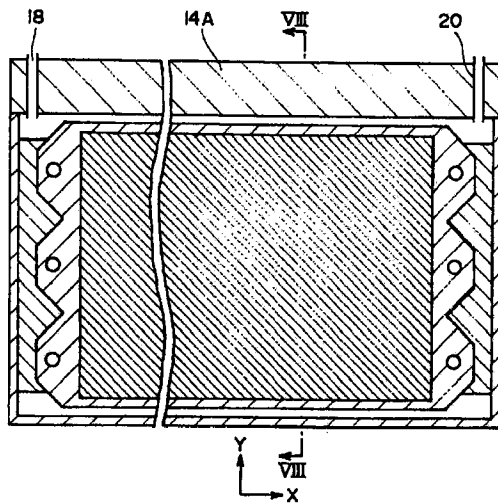
【図5】



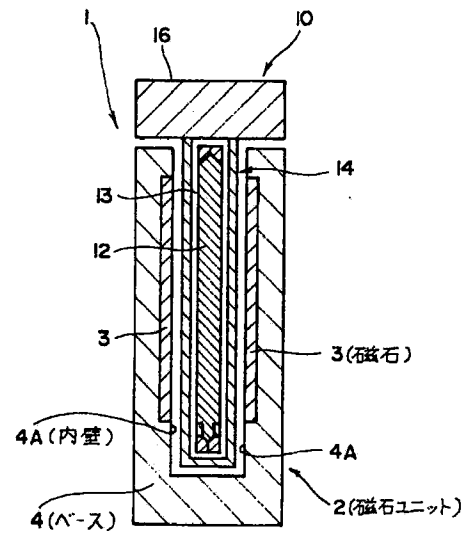
【図6】



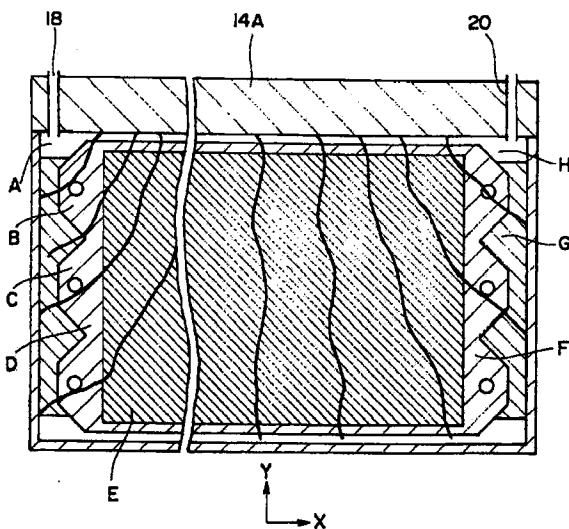
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 達郎  
東京都田無市谷戸町二丁目1番1号 住友  
重機械工業株式会社田無製造所内  
(72)発明者 杉峰 正信  
神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重  
機械工業株式会社平塚事業所内

(72)発明者 篠平 大輔  
東京都田無市谷戸町二丁目1番1号 住友  
重機械工業株式会社田無製造所内  
Fターム(参考) 5H609 BB08 BB11 BB19 PP09 QQ01  
QQ09 QQ16 QQ18 QQ21 RR37  
5H641 BB03 BB06 BB18 BB19 GG02  
GG03 GG05 GG07 GG12 HH02  
HH03 JB04 JB05